



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザと、同半導体レーザを搭載する台座と、前記半導体レーザから出射されたレーザ光を前記半導体レーザが搭載された台座の実装面に対して垂直方向に反射する反射手段と、前記レーザ光を変調する電圧信号を受けて前記半導体レーザを駆動する駆動回路とが一体化された発光装置と、返って来た前記レーザ光の変調光信号を受光して電流信号に変換する受光素子と、同受光素子で変換された電流信号を電圧信号に変換する変換回路とが一体化された受光装置とが同一パッケージ内に実装されていることを特徴とする光伝送モジュール。

【請求項2】半導体レーザの駆動回路が、台座上に搭載、もしくは、前記台座を用いて形成されていることを特徴とする請求項1記載の光伝送モジュール。

【請求項3】反射手段として、 $<110>$ 方向を軸として $10 \pm 10^\circ$ 以内のオフセットアングルをもつ(100)面の半導体基板に(111)面が形成された台座を用い、同(111)面によって、レーザ光を半導体レーザが搭載された前記台座の実装面に対して垂直方向に反射させることを特徴とする請求項1記載の光伝送モジュール。

【請求項4】反射手段が、半導体レーザが搭載された台座の実装面に対して $45 \pm 10^\circ$ 以内の面を持つプリズムであって、同プリズムが台座上に搭載され、レーザ光が前記実装面に対して垂直方向に反射させることを特徴とする請求項1記載の光伝送モジュール。

【請求項5】面発光半導体レーザと、同面発光半導体レーザを搭載する台座と、同面発光半導体レーザから出射するレーザ光を変調する電圧信号を受けて前記面発光半導体レーザを駆動する駆動回路とが一体化された発光装置と、返って来た前記レーザ光の変調光信号を受光し、電流信号に変換する受光素子と、同受光素子で変換された電流信号を電圧信号に変換する変換回路とが一体化された受光装置とが同一パッケージ内に実装された光伝送モジュール。

【請求項6】面発光半導体レーザが台座を用いて形成されていることを特徴とする請求項5記載の光伝送モジュール。

【請求項7】面発光半導体レーザが形成された同一基板に受光素子や回路が形成されていることを特徴とする請求項5または請求項6記載の光伝送モジュール。

【請求項8】受光素子が形成された同一基板に受光素子で受けた光信号を電圧信号に変換する変換回路が搭載、もしくは、形成されていることを特徴とする請求項1または請求項5記載の光伝送モジュール。

【請求項9】半導体レーザと、同半導体レーザを搭載する台座と、前記半導体レーザから出射されたレーザ光を前記半導体レーザが搭載された台座の実装面に対して垂直方向に反射する反射手段と、前記レーザ光を変調する電圧信号を受けて前記半導体レーザを駆動する駆動回路

とが形成された発光装置と、返って来た前記レーザ光の変調光信号を受光して電流信号に変換する受光素子と、同受光素子で変換された電流信号を電圧信号に変換する変換回路とが一体化され、同一パッケージ内に実装されていることを特徴とする光伝送モジュール。

【請求項10】面発光の半導体レーザと、同半導体レーザを搭載する台座と、同半導体レーザから出射するレーザ光を変調する電圧信号を受けて前記半導体レーザを駆動する駆動回路とが形成された発光装置と、返って来た前記レーザ光の変調光信号を受光して電流信号に変換する受光素子と、同受光素子で変換された電流信号を電圧信号に変換する変換回路とが形成された受光装置とが一体化され、同一パッケージ内に実装されていることを特徴とする光伝送モジュール。

【請求項11】台座として、Si、或いはGaAs、或いはInP、或いはGaN、或いはSiC、或いはダイヤモンドが用いられていることを特徴とする請求項1または請求項5または請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項12】駆動回路と、受光素子と、変換回路とが台座上に搭載、もしくは、前記台座を用いて形成されていることを特徴とする請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項13】2個のレンズおよび2個の光ファイバーをパッケージに組み合わせたことを特徴とする請求項1または請求項5または請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項14】1個の回折格子と1個のレンズおよび1個の光ファイバーをパッケージに組み合わせたことを特徴とする請求項1または請求項5または請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項15】回折格子として、偏光異方性を有する偏光ホログラムを用いたことを特徴とする請求項14記載の光伝送モジュール。

【請求項16】回折格子に偏光解消板を付けたことを特徴とする請求項14または請求項15記載の光伝送モジュール。

【請求項17】回折格子が、ブレーズド回折格子であることを特徴とする請求項14または請求項15記載の光伝送モジュール。

【請求項18】回折格子に換えて偏光依存性を持つ偏光ビームスプリッタとプリズムとを組み合わせたことを特徴とする請求項14記載の光伝送モジュール。

【請求項19】偏光解消板を追加したことを特徴とする請求項18記載の光伝送モジュール。

【請求項20】レンズ、或いは回折格子、或いは偏光ビームスプリッタ、或いはプリズム、或いは偏光解消板が樹脂成形されたものであることを特徴とする請求項15または請求項16または請求項17または請求項18ま

たは請求項19記載の光伝送モジュール。

【請求項21】パッケージがレンズの形成されているレンズ部で封止されていることを特徴とする請求項13または14記載の光伝送モジュール。

【請求項22】パッケージが光ファイバーを接続したレンズ部で封止されたことを特徴とする請求項13または14記載の光伝送モジュール。

【請求項23】少なくとも2個の半導体レーザと、少なくとも2個の受光素子とが同一パッケージ内に実装され、少なくとも4個のレンズと少なくとも4個の光ファイバーがパッケージに組み合わされたことを特徴とする請求項1または請求項5または請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項24】少なくとも2個の半導体レーザと少なくとも2個の受光素子とが同一パッケージ内に実装され、1個の回折格子と1個のレンズと1個の光ファイバーがパッケージに組み合わされたことを特徴とする請求項1または請求項5または請求項9または請求項10記載の光伝送モジュール。

【請求項25】回折格子として、偏光異方性を有する偏光ホログラムを用いたことを特徴とする請求項24記載の光伝送モジュール。

【請求項26】回折格子に偏光解消板を付けたことを特徴とする請求項23または請求項24記載の光伝送モジュール。

【請求項27】回折格子と偏光依存性を持つ偏光ビームスプリッタとプリズムとを組み合わせたことを特徴とする請求項24記載の光伝送モジュール。

【請求項28】偏光解消板を追加したことを特徴とする請求項27記載の光伝送モジュール。

【請求項29】パッケージと光ファイバーとの光路間にプリズムを設けたことを特徴とする請求項13または請求項14または請求項15または請求項23または請求項24記載の光伝送モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LANなどのコンピュータ間のデータ伝送、コンピュータ制御による装置とのデータ伝送、コンピュータ内のボード間、CPU間のデータ伝送、或いは、一般家庭内、移動体内でのデータ伝送に用いる半導体レーザ(LD)と受光素子(PD)を一体化した光伝送モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電子メールやインターネットの普及に見られるようにワークステーションやパソコン間のデータ伝送ネットワークが一般的になっている。現在主流のネットワークには、高速伝送を要するバックボーンネットワークが、広域ネットワークには、ATM-LANなどによるガラス光ファイバー(GOF)を使った100Mbps以上の高速データ伝送が使われている。また、ファイルサー

バ以下のパソコン間はイーサーネットと呼ばれるより対線を使ったネットワークで結ばれている。より対線によるネットワークはモジュラージャックと呼ばれるコネクタで容易に接続が可能で、かつ、安価であることからその普及に弾みをつけることになった。このネットワークの普及によりデータ伝送が盛んに行なわれるようになるとイーサーネットの10Mbps程度の伝送速度では不十分になっており、光ファイバーを使った100Mbps以上の高速伝送に対する要望が大きくなっている。

【0003】現在、ATM-LANには1.3μm帯の発光ダイオード(LED)や半導体レーザを光源としたガラス光ファイバーが使われている。伝送用モジュール内でLEDや半導体レーザの光をガラス光ファイバーに結合するにはミクロンオーダの精度での位置合わせが必要である。また、低損失の伝送を実現するにはガラス光ファイバー同士をやはりミクロンオーダの精度で位置合わせせる必要がある。これらのが要因となって伝送モジュールを高価なものにしたり、ガラス光ファイバーの接続に時間を要するために、多数のパソコンの接続が必要なファイルサーバ以下のネットワークの構築には不向であった。

【0004】ガラス光ファイバーはコア径が10-100μm程度と細いために厳しい位置合わせ精度が必要になっている。また、ガラス光ファイバーの場合、コア径をこれ以上大きくすると折れやすくなるため、径を太くして位置合わせ精度を緩和することはできない。

【0005】一方、プラスチック光ファイバー(POF)は、伝送損失がガラス光ファイバーに比べて大きいことから長距離の伝送には使えないが、100m程度まで短距離の伝送には使用可能である。プラスチック光ファイバーの場合、コア径を0.5-1mm程度まで太くしても折れない。このため位置合わせが容易にできる精度である0.1mm程度まで緩和することができる。このプラスチック光ファイバーを使った短距離用の光伝送モジュールがパソコン間のデータ伝送に検討されるようになってきている。

【0006】プラスチック光ファイバーには、図11に示す伝送損失の波長依存性の図から判るように、650nm帯および770nm帯に伝送損失が低い窓が存在し、それぞれ伝送損失は、およそ120dB/kmと500dB/km程度であり、GaAlAs系もしくはInGaAlP系のLEDや半導体レーザが光源として使用されている。

【0007】従来のプラスチック光ファイバーを用いた光伝送モジュールは、図12に示すように、発光部1を構成する半導体レーザ2と受光部3を構成する受光素子4とが個別に樹脂封止されたものが組み込まれたりセパタクル5と、プラスチック光ファイバー6が組み込まれたコネクタ7とをはめ込む形で接続する形態になっており、厚みが1.5mm、幅が30mm、奥行きが20mmの大きさであった。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のプラスチック光ファイバー用光伝送モジュールでは、発光部1と受信部3とを別々のパッケージに実装し、さらに、リセアタクル5とコネクタ7とを用いているため装置が大きくなり、小型器機への組み込みが困難であった。

【0009】小型化するためには、半導体レーザと受光素子を一体化することが望ましい。ところが、図13に示すように、送信半導体レーザ光8は半導体レーザ9のへき開端面10に対して垂直方向に出射されるため、半導体レーザ9が搭載された台座11の実装面12に対して水平に出射される。これに対して、受信される受信半導体レーザ光13はSi基板14上に形成された受光素子15に対して垂直方向に入射される。このため、半導体レーザ9と受光素子15を同一平面上に実装することができないため、半導体レーザ9と受光素子15を一体化しようとすれば、それぞれを立体配置しなければならず、製作および組み立て工程が複雑であった。

【0010】また、半導体レーザを駆動させるための駆動回路や受光素子からの電流信号を電圧信号に変換する電流-電圧(I-V)変換回路を半導体レーザや受光素子と一体化することが困難であった。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するためには本発明が講じた解決手段は、発光装置を構成する半導体レーザとレーザ光を90°反射させる反射手段と半導体レーザを駆動させる駆動回路とを台座を用いて一体化し、また受光装置を構成する受光素子と同受光素子からの電流信号を電圧信号に変換する変換回路を一体化してそれらを同一パッケージに実装し、同パッケージに光ファイバーとレンズが形成されているレンズ部とを組み合わせたものである。これにより、半導体レーザ光を半導体レーザを搭載した台座の実装面に対して垂直方向にに出射させることができるため、半導体レーザを受光素子と同一平面に搭載することができる。パッケージに直接光ファイバーが接続されたレンズ部を接続しているため小型化ができる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】(実施の形態1) 第1の実施の形態を図1を用いて説明する。

【0014】図1は、半導体レーザ光を送信用のプラスチック光ファイバーに結合し、受信用プラスチック光ファイバーからの半導体レーザ光を受光素子で受光する光伝送モジュールの説明図である。図1(a)は組み立てを示す斜視図、図1(b)はその断面図である。

【0015】図1に示す光伝送モジュールの特徴は、送信用プラスチック光ファイバー16と受信用プラスチック光ファイバー17の2本のファイバーで形成されると

ともに、発光装置と受光装置とがそれと一体化されたことである。

【0016】この構造は発光装置として、半導体レーザ18と半導体レーザを搭載するシリコン(Si)基板の台座25と台座上に形成された駆動回路26とが一体化され、受光装置として、受光素子24と受光素子が形成されたSi基板27上に形成されたI-V変換回路28と波形整形回路29とが一体化され、それぞれの発光装置と受光装置とが同一のパッケージ30に実装され、送信用レンズ21と受信用レンズ23およびリセアタクル31とが一体化されたレンズ部でパッケージ30が封止され送信用プラスチック光ファイバー16と受信用プラスチック光ファイバー17がリセアタクル31に接続されたものである。

【0017】次に、この光伝送モジュールの動作を説明する。半導体レーザ18から出射された送信半導体レーザ光19は、マイクロミラー20で90度反射され送信用樹脂レンズ21を通過して送信用プラスチック光ファイバー16に転送される。一方、受信用プラスチック光ファイバー17を通じて返ってきた受信半導体レーザ光22は、受信用樹脂レンズ23で集光されて受光素子24で受信される。

【0018】発光装置では、半導体レーザ18を駆動する駆動回路26が、外部から与えられる電圧信号に従って半導体レーザ光を変調させて出射させる。

【0019】また、受信装置では、受信用プラスチック光ファイバー17から送られてきた光信号が受光素子24で電流信号に変換され、この電流信号はI-V変換回路28と波形整形回路29を経て、モジュールから電圧信号として送り出される。

【0020】InGaAlP系の波長650nmの半導体レーザを使った伝送実験の結果の変調周波数特性を図2に示す。周波数2.1GHzにおいて緩和振動周波数のピークが観測されている。この半導体レーザは素子容量を減らして周波数応答特性を良くするために発光領域の両側にエッキングによりV溝を形成している。2GbpsのNRZ信号をコア径0.5mmのGI-プラスチック光ファイバーを使って100m伝送したときのアイバターンは、図3に示すように良好である。

【0021】なお、駆動回路26をSi基板の台座25の上に、I-V変換回路28と波形整形回路29をSi基板27上に搭載してもよい。

【0022】この構造により、半導体レーザ18と受光素子24とを同一平面でパッケージすることができ組み立ておよび位置合わせが簡単にできるとともに、集積化ができる。

【0023】また、この構造は図12で示したプラスチック光ファイバーのコネクタ7とリセアタクル5を兼ねたレンズ部でパッケージを封止した構造にしているため、厚みが8mm、幅が10mm、奥行きが18mmの小型化を

実現している。

【0024】マイクロミラー20は、台座25として用いている<110>方向を軸として $10\pm10^\circ$ 以内のオフセットアングルをもつ(100)面のSi基板を、エッチングすることにより(111)面を形成してこのSi基板面に対して $45^\circ$ 傾いた(111)面を反射面として作られている。これにより反射手段を台座を用いて形成しているため組み立て工程が省けるとともに、凹部の側面に(111)面を形成することにより表面を平坦化できる。

【0025】(実施の形態2) 次に、半導体レーザ光を半導体レーザが搭載された台座の実装面に対して垂直方向に出射させる種々の構造を図4を用いて説明する。

【0026】図4(a)の構造は、実施の形態1の所で説明したように、<110>方向を軸として(100)面に対して $9^\circ$ のオフセットアングルをもつ(100)面のSi基板の台座25上に、エッチングを利用して基準面となる台座25の実装面32に対して $45^\circ$ の傾きを持つ(111)面を形成してマイクロミラー20による反射板を形成したものである。

【0027】図4(b)の構造は、台座33上に実装面32に対して $45\pm11^\circ$ の傾きを持つマイクロプリズム34を搭載したものである。この場合には、マイクロプリズム34が別個に作られるため、台座33の材質が限定されない。

【0028】図4(c)の構造は、台座33上に別個形成された面発光半導体レーザ35を搭載したものである。面発光半導体レーザ35はこれを形成している基板面に対して垂直方向にレーザ光36が射出される。このため、へき開面から射出される半導体レーザのように反射手段がいらなくなる。

【0029】図4(d)の構造は、台座33上に結晶成長させて面発光半導体レーザ37を形成したものである。これにより、半導体レーザの台座33への組み立てを無くすことができるとともに、台座と半導体レーザを一連の工程で同時に形成できる。

【0030】図4(e)の構造は、GaAs基板38上に面発光半導体レーザ371が形成されたものである。この構造では、受光素子24や駆動回路や変換回路等の種々の回路39を面発光半導体レーザ371が形成されている同じ台座38の基板で面発光半導体レーザ371と同一の工程で形成でき、より集積化ができる。

【0031】なお、図4の(b)、(c)、(d)の発光装置を図1で示した発光装置に置き換えて光伝送モジュールを形成することができる。

【0032】(実施の形態3) 第3の実施の形態を図5を参照して説明する。

【0033】図5(a)は組み立て斜視図、図5(b)はその断面図である。図5に示す光伝送モジュールの特徴は、送信と受信の両方を兼ねる1本の送受信用プラスチック光ファイバー40で形成されるとともに、発光装

置と受光装置とが一体化された構造のものであることがある。

【0034】この構造は、半導体レーザ18と、これを搭載するSi基板の台座41と、Si基板の台座41で形成されたマイクロミラー20と受光素子24と駆動回路26とI-V変換回路28および波形整形回路29とが一体形成された受発光装置がパッケージ30内に收められ、回折格子42と送受信用レンズ43およびリセプタクル44とが一体化されたレンズ部でパッケージ30が封止され、送受信用プラスチック光ファイバー40がリセプタクル44に接続されたものである。

【0035】次に、この光伝送モジュールの動作を説明する。半導体レーザ18から射出された送信半導体レーザ光19は、マイクロミラー20で $90^\circ$ 反射されてSi基板の台座41の実装面に対して垂直方向に屈折され、回折格子42と送受信用レンズ43を通過して送受信用プラスチック光ファイバー40に転送される。一方、送受信用プラスチック光ファイバー40を通って返ってきた受信半導体レーザ光22は、送受信用レンズ43で集光され、さらに回折格子42で回折され受光素子24で受信される。

【0036】なお、半導体レーザ18の代わりに図4の(c)、(d)で示した面発光レーザに置き換えて光伝送モジュールを形成することができる。この場合にはマイクロミラー20を除いた構造にする。

【0037】また、図5では駆動回路26、受光素子24、変換回路28および波形整形回路29とがSi基板の台座41で形成された構造であるが、これらをSi基板の台座41の上に別個搭載してもよい。

【0038】この構造によると、プラスチック光ファイバーを1本に、レンズを1個にでき、さらに発光装置と受光装置とを一体化しているので、厚みが8mm、幅が8mm、奥行きが8mmの超小型の光伝送モジュールが実現できる。

【0039】なお、この発光装置と受光装置を一体化した受発光装置を図1で示したそれぞれ分離された発光装置と受光装置と置き換えててもよい。この場合、パッケージ30を図1の場合より小型化することができる。

【0040】また、逆に図1で示したそれぞれ分離された発光装置と受光装置を図5の一体化された受発光装置に置き換えててもよい。この場合には、発光装置と受光装置を形成する基板をそれぞれ適した材料で形成することができる。

【0041】(実施の形態4) 次に、図5に示した送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22を同一の送受信用プラスチック光ファイバー40で伝送するためには、モジュール部分で送信と受信の光信号を分離しなければならない。その分離のための種々の構造を図6を参照して説明する。

【0042】図6(a)に回折格子42とレンズ43お

およびリセプタクル44を一体化したレンズ部の構造を示す。回折格子42には半導体レーザ光に対して無反射コーティングが施してあるので、送信半導体レーザ光19は反射されずに回折格子42を透過して送受信用レンズ43で送受信用プラスチック光ファイバー40に結合される。一方、受信半導体レーザ光22は回折格子42を透過する際、回折されて受光素子で受光される。

【0043】この構造により、送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22とを回折格子42により、分離することができる。

【0044】この構造の場合、レンズ43と回折格子42とリセプタクル44とを樹脂で一体形成することができる。

【0045】図6 (b) に示すものは、図6 (a) の回折格子42の代わりに異方性光学結晶であるLiNbO<sub>3</sub>で作製した偏光ホログラム45をレンズ43に接合したものである。偏光ホログラムとは、回折格子の溝に平行な偏光成分は回折せずに直進し、溝に垂直な偏光成分は回折する機能をもつホログラムのことである。一般に半導体レーザから出射されるレーザ光は直線偏光であるが、送信半導体レーザ光19の偏光方向を偏光ホログラム45の溝に平行に合わせると、送信半導体レーザ光19は回折されずに直進して、送受信用プラスチック光ファイバー40に結合される。一方、受信半導体レーザ光22はプラスチック光ファイバーの複屈折の影響で梢円偏光になっているので、偏光ホログラム45の溝に垂直な偏光成分が回折される。回折された受信半導体レーザ光22は受光素子で受光される。

【0046】この構造により、送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22とを偏光ホログラム45により、回折格子だけの場合より、より多く分離することができる。

【0047】図6 (c) に示すものは、水晶板を張り合わせて形成した偏光解消板46と偏光ホログラム45をレンズ43に接合したものである。

【0048】偏光解消板46を入れることにより、受信半導体レーザ光22の偏光比を同率にして、受信半導体レーザ光22の半分が偏光ホログラム45で回折されるのでより多くの受信半導体レーザ光22を受光素子で受光できる。

【0049】通常の回折格子では、±1方向に回折するので、+1次光のみを受光する場合、-1次光は利用されないので、損失となる。そこで、図6 (a) ～図6 (c) の回折格子にブレーズド回折格子を用いると、回折光である受信半導体レーザ光を図に示すように-1次光の成分を無くし+1次光のみの増加した成分として回折されるので効率よく回折させることができる。

【0050】図6 (d) に示すものは、偏光依存性を持つ偏光ビームスプリッタ(PBS)47とプリズム48をレンズ部に接合したものである。偏光ビームスプリッタ4

7で送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22を分離するようにしている。送信半導体レーザ光19の偏光方向が偏光ビームスプリッタ47のp波と平行になるように配置すると、偏光ビームスプリッタ47で反射されずに直進して送受信用プラスチック光ファイバー40に結合される。一方、受信半導体レーザ光22はプラスチック光ファイバーの複屈折の影響で梢円偏光になっているので、s波に平行な偏光成分が偏光ビームスプリッタ47で反射され、さらにプリズム48で反射されて受光素子で受光される。

【0051】この構造によれば、回折格子のような複雑な構造のものを用いること無く送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22とを分離することができる。

【0052】図6 (e) に示すものは、偏光ビームスプリッタ47とプリズム48と偏光解消板46をレンズ部に接合したものである。

【0053】この構造によれば、回折構造の無い簡単な構造となるとともに、偏光解消板46を用いているため図6 (d) の場合より、より多くの受信半導体レーザ光22を受光素子で受光できる。

【0054】なお、実施の形態で示したレンズ、回折格子、偏光ビームスプリッタ、プリズムおよび偏光解消板としてガラス、光学結晶の他に樹脂で成形したものも用いることができる。

【0055】(実施の形態5) 第5の実施の形態として複数の半導体レーザと複数の受光素子を搭載した例を図7を参照して説明する。

【0056】図7はSi基板の台座411上に複数のアレイ半導体レーザ51を搭載し、各半導体レーザに対応するバンドルされたプラスチック光ファイバーで半導体レーザ光を伝送する例を示している。

【0057】この構造は、アレイ半導体レーザ51と、これを搭載するSi基板の台座411と、Si基板の台座411で形成されたマイクロミラー20とアレイ受光素子52とが一体化された受光装置がパッケージ30内に収められ、送信用アレイレンズ49と受信用アレイレンズ50およびリセプタクル311とが一体化されたレンズ部でパッケージ30が封止され、送信用アレイプラスチック光ファイバー53と受信用アレイプラスチック光ファイバー54がリセプタクル311に接続されたものである。なお、55は送信アレイ半導体レーザ光、56は受信アレイ半導体レーザ光であり、また、Si基板の台座にも駆動回路やI-V変換回路等の回路が描かれていないが、これらの回路を省略しただけで、実際にはこれらは形成されている。

【0058】この場合も、アレイ半導体レーザ51を載置した発光装置とアレイ受光素子52を載置した受光装置とをそれぞれ分離させた構造にすることもできる。この場合には、発光装置と受光装置とをそれぞれ適した基板材料で形成することができる。また、半導体レーザを

面発光半導体レーザに置き換えることもできる。

【0059】この構造により、小型の光伝送モジュールで、複数の信号を同時に送受信することができる。

【0060】(実施の形態6)第6の実施の形態として複数の半導体レーザを搭載した例を図8を参照して説明する。

【0061】図8はSi基板の台座412上に複数のアレイ半導体レーザ51とアレイ受光素子52を搭載し、1本の送受信用プラスチック光ファイバー40で伝送する例を示している。

【0062】この構造は、アレイ半導体レーザ51と、これを搭載するSi基板の台座412と、Si基板の台座412で形成されたマイクロミラー20と、アレイ受光素子52および駆動回路やI-V変換回路等の回路57とが一体化された受発光装置がパッケージ30内に收められ、回折格子42とレンズ43およびリセプタクル44とが一体化されたレンズ部でパッケージ30が封止され、送受信用プラスチック光ファイバー40がリセプタクル44に接続されたものである。なお、55は送信アレイ半導体レーザ光、56は受信アレイ半導体レーザ光である。この場合にも、アレイ半導体レーザ51を載置した発光装置とアレイ受光素子52を載置した受光装置とをそれぞれ分離させた構造にすることもできる。この場合には、発光装置と受光装置とをそれぞれ適した基板材料で形成することができる。また、半導体レーザを面発光半導体レーザに置き換えることもできる。

【0063】この構造により、図7の構造よりさらに小型にしながら複数の信号を同時に送受信することができる。

【0064】(実施の形態7)次に、この構造の場合は、複数の受信アレイ半導体レーザ光56をアレイ半導体レーザ51に対応したアレイ受光素子52が受光するように分離させる必要がある。このことを、図9に示した種々の構造を参照して説明する。

【0065】図9(a)の場合は、回折格子42を用いた図6(a)の場合と同じ構造である。異なるのは、送信半導体レーザ光と受信半導体レーザ光とが複数であることである。この場合、送信アレイ半導体レーザ光55と受信アレイ半導体レーザ光56とは図6(a)のところで説明した同じ原理で分離する。その際、各受信アレイ半導体レーザ光56の波長の違いにより回折格子42での回折角が異なることを利用して、受信アレイ半導体レーザ光56を波長毎に分離してそれぞれの受光素子に伝送する。

【0066】図9(b)の場合は、偏光ホログラム45を用いた図6(b)の場合と同じ構造である。異なるのは、この場合にも送信半導体レーザ光と受信半導体レーザ光とが複数であることである。この場合、送信アレイ半導体レーザ光55と受信アレイ半導体レーザ光56とは図6(b)のところで説明した同じ原理で分離する。

その際、各受信アレイ半導体レーザ光56の波長の違いにより偏光ホログラム45での回折角が異なることを利用して受信アレイ半導体レーザ光56を波長毎に分離してそれぞれの受光素子に伝送する。

【0067】なお、図6(c)で説明したと同じように図9(b)に偏光解消板を付けることもできる。

【0068】図9(c)の場合は、偏光ビームスプリッタ47とプリズム48を用いた図6(d)の構造に、さらにプリズム48の端部に回折格子42を追加したものである。この構造の場合は、図6(d)で説明したと同じ原理で送信アレイ半導体レーザ光55と受信アレイ半導体レーザ光56を分離する。その際、受信アレイ半導体レーザ光56の波長の違いにより回折格子42での回折角が異なることを利用して、受信アレイ半導体レーザ光56を波長毎に分離してそれぞれの受光素子に伝送する。

【0069】なお、図6(e)で説明したと同様に図9(c)に偏光解消板を付けて、受光効率を上げることもできる。

【0070】(実施の形態8)第8の実施の形態としてプラスチック光ファイバーをパッケージの表面に対して水平に接続する例を図10に示す。

【0071】この構造は、図5の構造の例とほぼ同じであるが、回折格子42とプラスチック光ファイバーとの光路の間に45°の傾斜面を持ったプリズム58が配置されている。

【0072】この構造により、プリズム58を使って送信半導体レーザ光19と受信半導体レーザ光22を90°反射させてパッケージの表面に対して水平方向に送受信プラスチック光ファイバー40を取り出すことができる。これにより、光伝送モジュールをできるだけ平面的に配置することができ、取り扱い易くすることができる。

【0073】以上説明した実施の形態ではInGaAlP系(0.5-0.7mm帯)の半導体レーザを用いた例を示したが、プラスチック光ファイバーの伝送損失が低い波長帯域に半導体レーザの波長を合わせれば、GaInAsP系(0.5-4mm帯)、GaAlAs系(0.6-0.8mm帯)、InGaAlN系(0.3-0.5mm帯)、MgZnCdSe系(0.3-0.7mm帯)、MgZnSSe系(0.2-0.4mm帯)などの半導体レーザを用いることができる。

【0074】また、半導体レーザを搭載した台座としてSi基板を用いた例で示したが、GaAs、InP、GaN、SiCおよびダイヤモンドのいずれかの基板を用いてもよい。

【0075】

【発明の効果】本発明の光伝送モジュールでは、送信半導体レーザ光を半導体レーザを搭載した台座の表面に対して垂直方向に出射させることができるので、受光素子が形成されているSi基板と同一平面上に半導体レーザを実装することができる。これにより、発光装置と受光装

置の位置関係等の構造が簡素化されて小型化できると同時に、組み立ても簡素化することができる。また、回折格子等を用いることにより、一個のレンズと一本の光ファイバーでモジュールを形成することができ、さらに小型化することができる。このような小型化により携帯器機への組み込みも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光装置と受光装置とがそれぞれ一体化され、さらに2本のプラスチック光ファイバーで形成された光伝送モジュールの組み立て斜視図とその断面図

【図2】本発明の光伝送モジュールに搭載した半導体レーザの周波数応答特性図

【図3】本発明の光伝送モジュールでNRZ信号を伝送したときのアイバターン図

【図4】本発明の光伝送モジュールの半導体レーザ光を実装面に対して垂直方向に出射させる種々の構造の断面図

【図5】本発明の発光装置と受光装置とが一体化され、さらに1本のプラスチック光ファイバーで形成された光伝送モジュールの組み立て斜視図とその断面図

【図6】本発明の光伝送モジュールで1本のプラスチック光ファイバーで送受信信号を伝送する際、送信用と受信用の半導体レーザ光を分離するための種々の構造の断面図

【図7】本発明の複数の半導体レーザと複数の受光素子および複数のプラスチック光ファイバーを搭載した光伝送モジュールの組み立て斜視図

【図8】本発明の複数個の半導体レーザと複数の受光素子および1本のプラスチック光ファイバーを搭載した光伝送モジュールの組み立て斜視図

【図9】本発明の複数の受信半導体レーザ光を分離するための種々の構造の断面図

【図10】本発明のプラスチック光ファイバーがパッケージ表面に対して水平に接続された光伝送モジュールの断面図

【図11】プラスチック光ファイバーの光伝送損失を示す図

【図12】従来の光伝送モジュールを示す分解斜視図

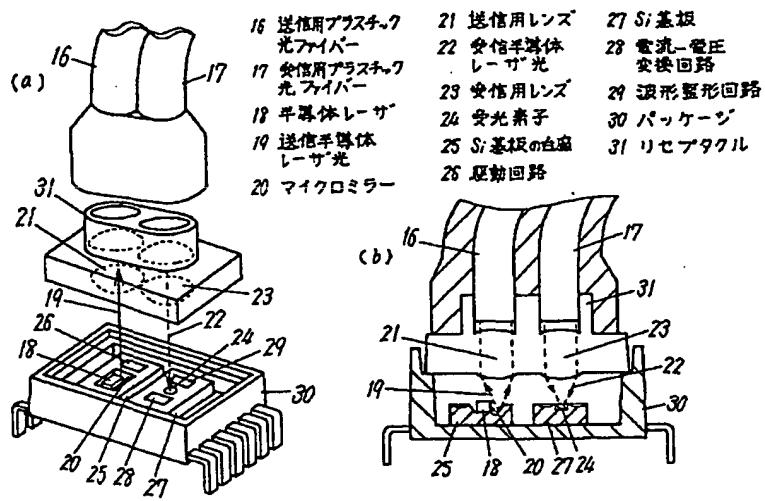
【図13】半導体レーザ光の出射方向と受光素子の受光方向を説明する斜視図

【符号の説明】

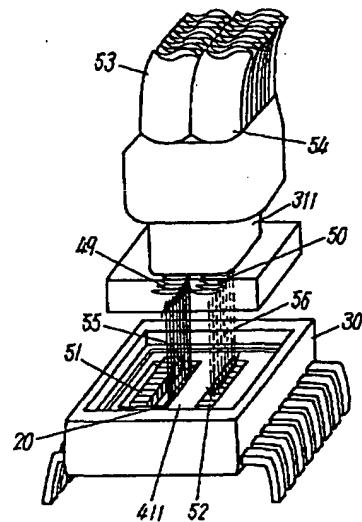
- 1 発光部
- 2 半導体レーザ
- 3 受光部
- 4 受光素子
- 5 リセプタクル

- 6 プラスチック光ファイバー
- 7 コネクタ
- 8, 19 送信半導体レーザ光
- 9 半導体レーザ
- 10 へき開端面
- 11 台座
- 12 実装面
- 13, 22 受信半導体レーザ光
- 14 Si基板
- 15 受光素子
- 16 送信用プラスチック光ファイバー
- 17 受信用プラスチック光ファイバー
- 18 半導体レーザ
- 20 マイクロミラー
- 21 送信用レンズ
- 23 受信用レンズ
- 24 受光素子
- 25, 41, 411, 412 Si基板の台座
- 26 駆動回路
- 27 Si基板
- 28 電流-電圧変換回路 (I-V変換回路)
- 29 波形整形回路
- 30 パッケージ
- 31, 44, 311 リセプタクル
- 32 実装面
- 33 台座
- 34 マイクロプリズム
- 35, 37 面発光半導体レーザ
- 36 レーザ光
- 38 GaAs基板
- 39, 57 回路
- 40 送受信用プラスチック光ファイバー
- 42 回折格子
- 43 送受信用レンズ
- 45 偏光ホログラム
- 46 偏光消板
- 47 偏光ビームスプリッタ
- 48, 58 プリズム
- 49 送信用アレイレンズ
- 50 受信用アレイレンズ
- 51 アレイ半導体レーザ
- 52 アレイ受光素子
- 53 送信用アレイプラスチック光ファイバー
- 54 受信用アレイプラスチック光ファイバー
- 55 送信アレイ半導体レーザ光
- 56 受信アレイ半導体レーザ光

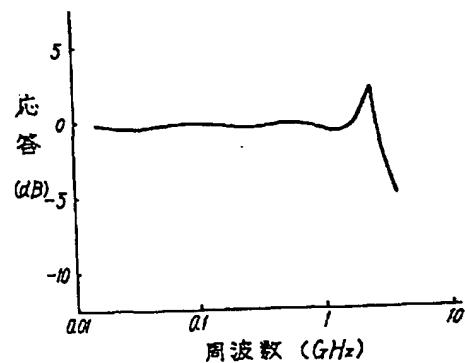
【図1】



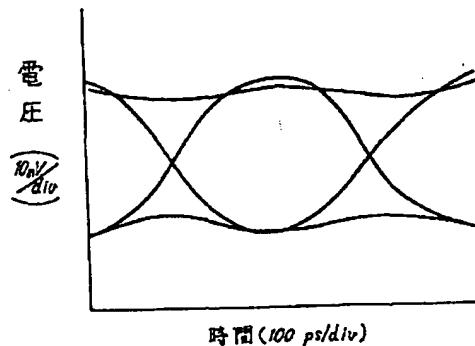
【図7】



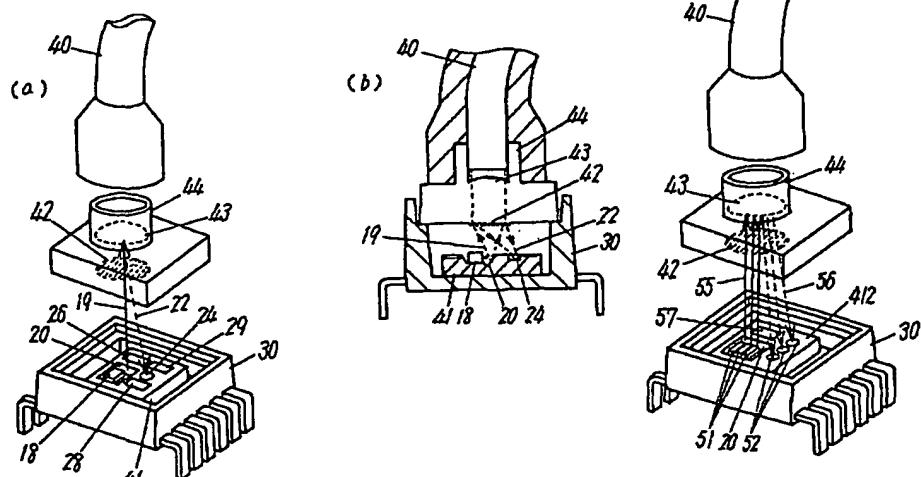
【図2】



【図3】



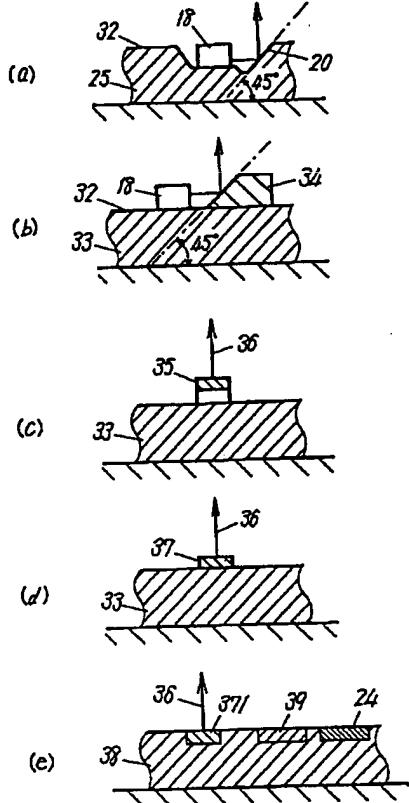
【図5】



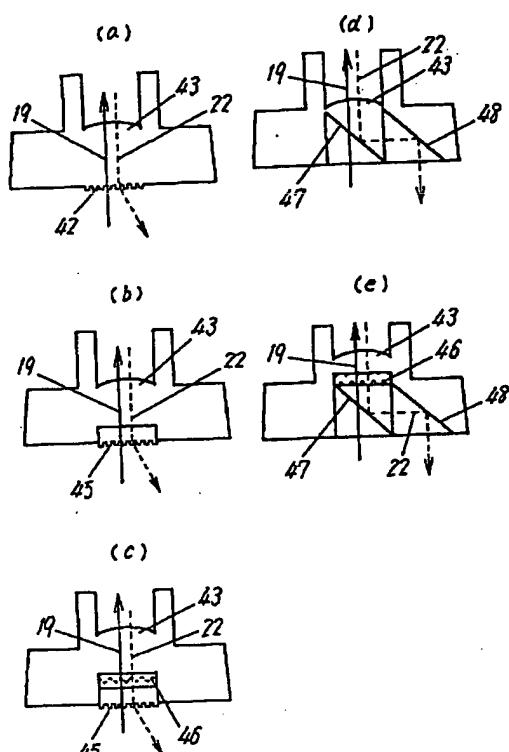
【図8】

【図5】

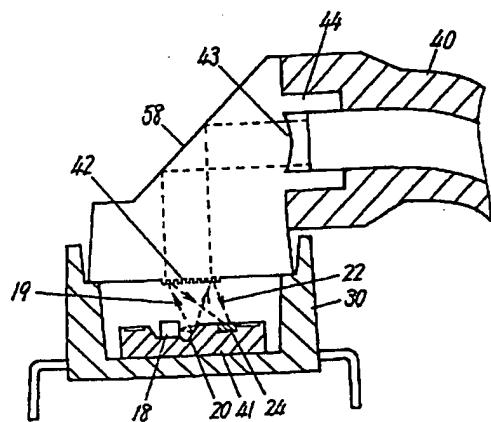
【図4】



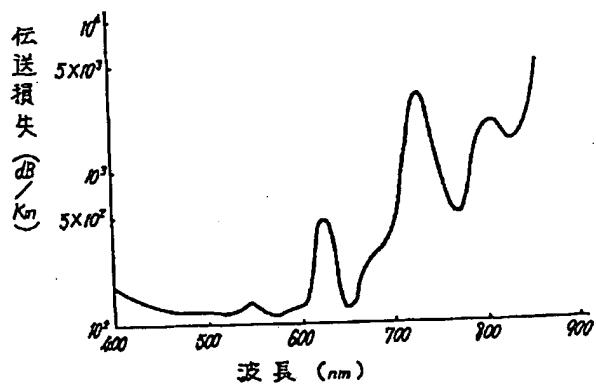
【図6】



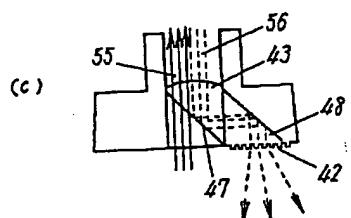
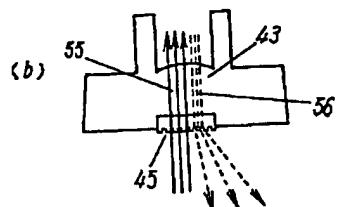
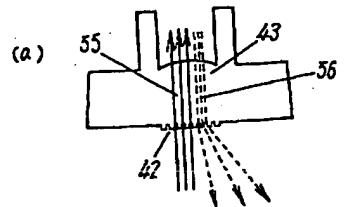
【図10】



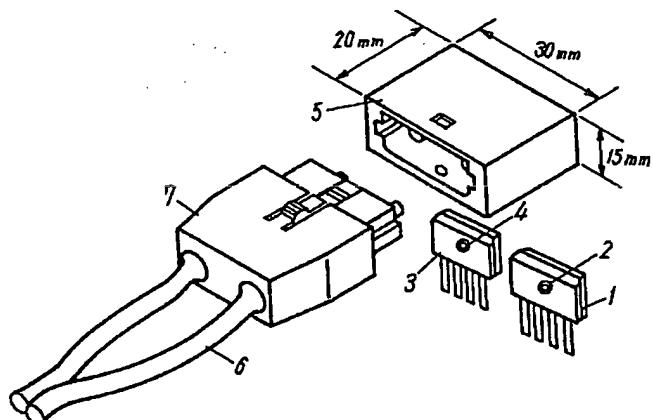
【図11】



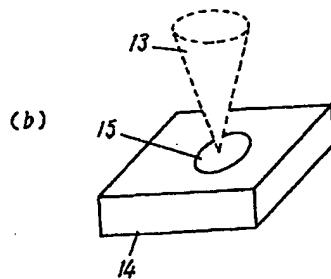
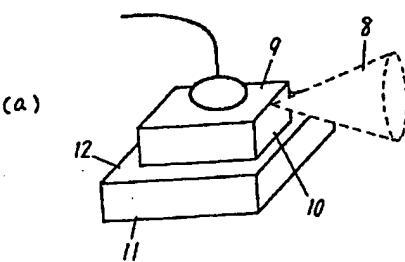
【図9】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 吉川 昭男  
 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
 株式会社内